



# REGIONE SARDEGNA

## PROVINCIA DI SASSARI

### COMUNE DI TULA

Oggetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO  
DELLA POTENZA DI 34,8186 MWp DA UBICARSI NEL TERRITORIO DEL  
COMUNE DI TULA  
LOCALITÀ MONTE UDULU**

Elaborato :

**REL013 - Relazione Geologica ed Idrogeologica**

TAVOLA:

**REL013**

PROPONENTE :

**Alter Cinque S.R.L.**  
Sede  
Via della Bufalotta 374, 00139 Roma (RM)



PROGETTAZIONE :

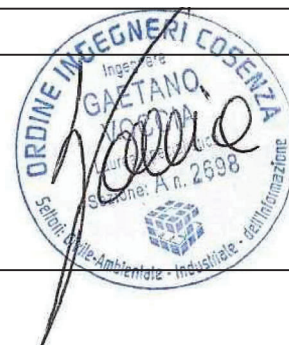


**GAMIAN CONSULTING SRL**

Sede  
Via Gioacchino da Fiore 74  
87021 Belvedere Marittimo (CS)

Tecnico  
**Ing. Gaetano Voccia**

Team Tecnico:  
Greco Francesco      Cairo Stefano  
Addino Roberto      Martorelli Francesco  
Iorio Marco          Guerriero Alessandra  
Splendore Francesca      Sollazzo Lavinia



PAGINE:

13

DATA:

Marzo 2023

REDAZIONE :

Marco Iorio

CONTROLLO :

Greco Francesco

APPROVAZIONE :

Voccia Gaetano

**Codice Progetto: F.22.154**

**Rev.: 00 - Presentazione Istanza VIA e AU**

Gamian Consulting Srl si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzato

**SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO “FV_TULA” CON POTENZA DI PICCO 34.818,6 kWp E POTENZA NOMINALE 32.900 kW DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ MONTE UDULU DEL TERRITORIO COMUNALE DI TULA (SS)</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Inquadramento geologico</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Inquadramento geomorfologico</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4</b>	<b>Considerazioni Litologiche</b> .....	<b>7</b>
<b>2.5</b>	<b>Prove penetrometriche SPT</b> .....	<b>7</b>
<b>2.6</b>	<b>Tettonica</b> .....	<b>8</b>
<b>2.7</b>	<b>Considerazioni Idrogeologiche</b> .....	<b>10</b>
<b>2.8</b>	<b>Programma delle Indagini</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>13</b>

## 1 PREMESSA

Su incarico della Alter Cinque S.r.l. è stato eseguito il presente studio geologico, idrogeologico e geomorfologico di supporto al progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato “FV\_TULA” con potenza di picco 34.818,6 kWp e potenza nominale 32.900 kW da realizzarsi in località “Monte Udulu” del territorio comunale di Tula (SS). L’impianto sarà collegato in antenna a 30 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione della RTN a 150/30 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 150 kV della RTN denominata “Tula” (previsto da Piano di Sviluppo Terna), previa realizzazione dei seguenti interventi di cui al Piano di Sviluppo di Terna:

- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata “Buddusò” da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Ozieri – Siniscola 2”;
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata “Tempio”;
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata “Santa Teresa”;
- nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra le suddette stazioni.

## 2 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO “FV\_TULA” CON POTENZA DI PICCO 34.818,6 kWp E POTENZA NOMINALE 32.900 kW DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ MONTE UDULU DEL TERRITORIO COMUNALE DI TULA (SS)

### 2.1 Inquadramento geologico

Il sito ove verrà realizzato l’impianto è cartografato sulla Carta Tecnica Regionale n. 460080. Esso si trova in località “Monte Udulu” del territorio comunale di Tula (SS). Il sito si sviluppa alla quota media di circa 230 m slm. Il settore in esame è ubicato nell’estremità centro-settentrionale della Sardegna. La formazione che presenta maggiore estensione è costituita dalle metamorfite, che troviamo partendo dal centro abitato e che si sviluppano verso nord, per poi andare lungo il lato sinistro del Lago Coghinas. Queste metamorfite sono di incerta datazione e fanno parte di un complesso di alto grado metamorfico che affiora a nord della linea Posada – Asinara e costituiscono la testimonianza dell’evoluzione tettono – metamorfica collisionale e post – collisionale ercinica della Sardegna Settentrionale. Questa formazione è costituita essenzialmente da paragneiss, micascisti e quarziti in facies anfibolitica di pressione intermedia con sovraimpronta di alta temperatura. Sono di natura essenzialmente pelitico-arenacea e presentano le tre fasi deformative della Bassa Gallura. L’episodio deformativo meglio individuabile è costituito dalle pieghe mesoscopiche, asimmetriche che presentano una generale immersione verso NW risentendo del basculamento dell’intera area in questa direzione. Associata alle pieghe la scistosità che corrisponde ad un clivaggio di crenulazione poco evoluto. Questo complesso è a contatto con graniti tardo post-ercinici costituiti prevalentemente da leucograniti equigranulari riconducibili alla messa in posto del batolite sardo-corso che è formato da innumerevoli corpi intrusivi distinti, di variabilissime dimensioni, variamente compenetrati e con una estrema eterogeneità composizionale. Questi corpi intrusivi presentano dei contatti netti e discordanti nei confronti delle metamorfite di medio alto grado e sono posteriori a tutte le altre plutoniti, messi in posto in regime presumibilmente distensivo. Queste rocce granitoidi presentano diverse facies a nord dell’abitato, a Monte Fundore, sono caratterizzati da una grana minuta tanto da poterli definire micrograniti, invece l’affioramento della penisola di San Pietro, lungo il lato sinistro del lago, e l’affioramento lungo le anse del Fiume Coghinas presentano dei caratteri porfirici. Ad ovest dell’abitato a Cuccuru de Fenu e Su Sannideddu e a sud est dell’abitato da Nuraghe Mazzone, procedendo verso nord, affiorano le vulcaniti dell’Oligo Miocene. Sono costituite da Rioliti, Riodaciti, Daciti in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate a cui si associano prodotti freatomagmatici e talora livelli epiclastici intercalati. Sono di colore rossastro. Sono legate ai fenomeni di dinamica crustale cui è dovuta la rotazione del blocco sardo corso con conseguente formazione di zone di compressione e distensione quale il bacino di Chilivani-Berchidda. Tra le varie colate sono intercalati dei livelli di tufo di colore grigio chiaro talvolta argillificati. Procedendo dall’abitato di Tula verso Sud si rinviene la Successione marina e i depositi continentali del Miocene superiore. Costituita da conglomerati a matrice argillosa e arenarie di sistema alluvionale. Questo complesso conglomeratico è costituito da ciottoli arrotondati di varia natura: granitica, scistosa, trachitica, immersi in una matrice sabbiosa piuttosto compatta. Al Quaternario appartengono i depositi detritici e depositi colluviali che ricoprono parzialmente alcuni versanti.

Per quanto riguarda le alluvioni recenti l'affioramento più esteso lo si ritrova entro l'alveo dell'asta principale del Rio di Tula sono costituite da sabbie e limi sciolti scarsamente diagenizzati.

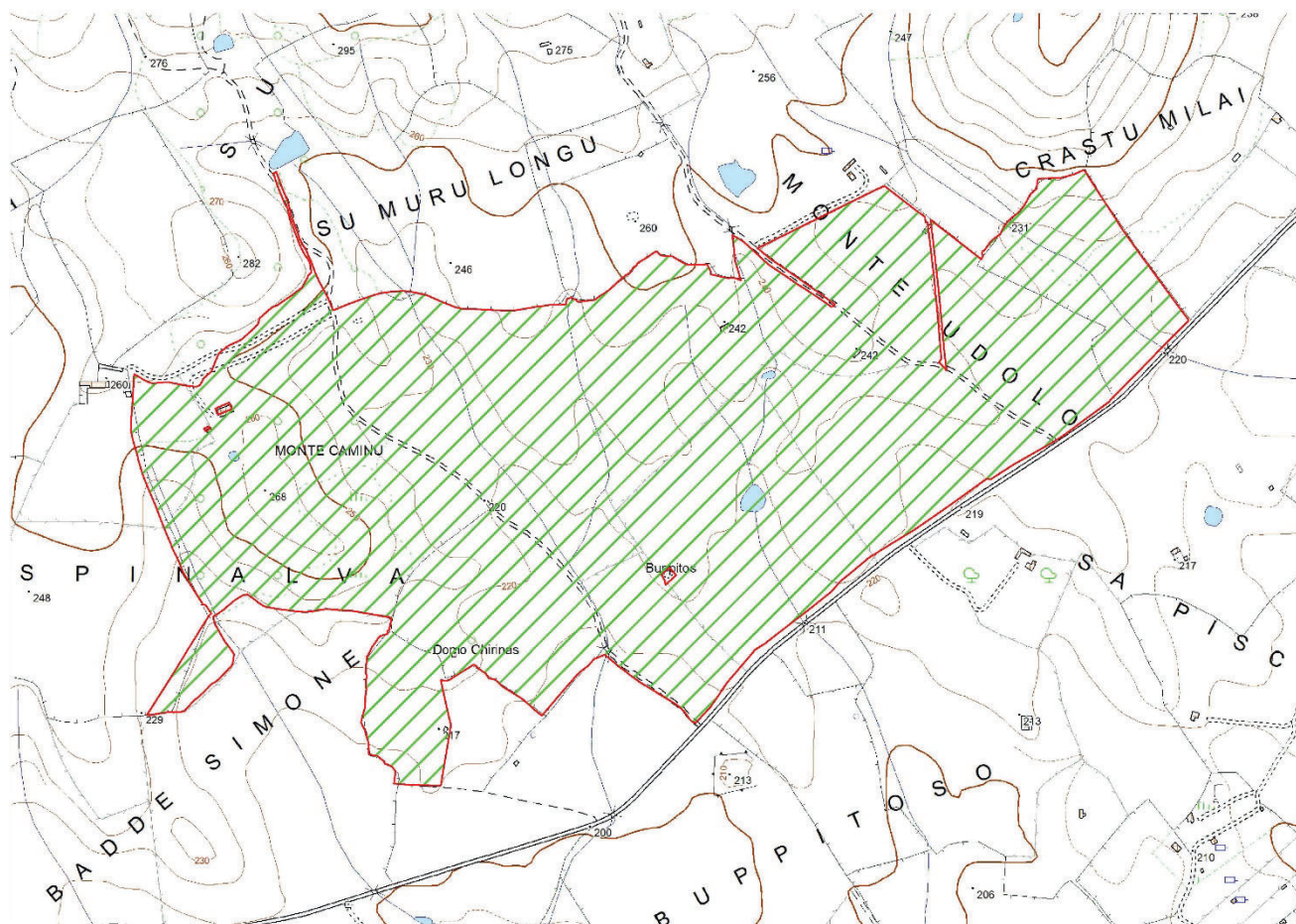


Figura 1 – Inquadramento territoriale su C.T.R.

## 2.2 Inquadramento geomorfologico

I lineamenti geomorfologici e i principali processi morfoclimatici in atto nell'area di studio sono riportati nella carta geomorfologica nella quale vengono distinte le forme generali del rilievo e i principali processi geomorfologici in atto. I fattori che hanno più marcatamente condizionato l'evoluzione del rilievo sono essenzialmente le litologie affioranti e la tettonica post-eocenica connessa all'orogenesi alpina che ha interessato il settore. Il territorio di Tula presenta due tipi di paesaggio completamente diversi a nord montuoso, con il massiccio scistoso granitico che immerge sotto la copertura vulcanica per poi riaffiorare sulle sponde in sinistra del Lago del Coghinas; a sud pianeggiante, con i sedimenti del bacino distensivo Berchidda-Chilivani. Le forme che si possono osservare oggi sono legate proprio alla formazione nel Terziario di questo Bacino tettonico distensivo che ha generato una scarpata di faglia in corrispondenza della quale si è abbassato il livello di base delle aste fluviali del reticolo idrografico preesistente. Ciò ha prodotto un'intensificarsi dell'attività erosiva dovuta all'azione della gravità e delle acque piovane.

Gli affioramenti metamorfico-granitici nell'insieme presentano un paesaggio prevalentemente montuoso con quote che vanno dai 160 m s.l.m. delle sponde del Coghinas ai 680 m s.l.m. di Monte su Casteddu; caratterizzato da una serie di larghe dorsali (altopiani), creste arrotondate e dalle linee morbide talora pianeggianti. Tra questi altopiani è di particolare interesse, per le sue dimensioni quello che si estende da Bolonga sino a Sa Turrina Manna per quasi 4 km di lunghezza e 700 m di larghezza con un'altitudine media di 650 m s.l.m. con direzione NNE-SSO. Ad ovest il raccordo con il versante avviene attraverso una rottura di pendio concava ad est invece con una rottura di pendio convessa. Di minori dimensioni l'altopiano di Sa Sia, 611 m sempre con direzione NNE-SSO. Questi altopiani presentano strette affinità con altre paleosuperfici presenti nell'isola che sono state erose dai movimenti della tettonica Plio-Quaternaria che hanno sollevato l'intero settore ringiovanendo il rilievo e causando di conseguenza la ripresa erosiva dei corsi d'acqua con l'incisione regressiva delle testate vallive. Le altre creste arrotondate sono: Monte Fundore (515 m); Su Sannideddu (561 m); Monti Nieddu (607 m); Monte Calvia (402 m) e Monte Sa Pedra Bianca (415 m). Ma a parte l'aspetto montuoso l'area è caratterizzata da valli con profilo a V fortemente incassate, a testimonianza di una energia di rilievo tuttora importante e attiva. Queste profonde incisioni si presentano allungate in direzione NW-SE, SW-NE e O-E con corsi d'acqua che ricalcano le principali direttrici tettoniche. Le più importanti di queste incisioni allungate, dai versanti scoscesi e meandri incassati sono le valli del Riu su Pedru, e del Riu Frangone. Per quanto riguarda il Rio di Tula le valli hanno profilo a V molto stretta nella parte alta del bacino mentre tendono ad allargarsi fino ad assumere la forma a fondo piatto nell'asta principale. Le incisioni vallive secondarie tagliano obliquamente le principali. Le acque meteoriche prima di confluire nelle incisioni profonde e nei canali possono dar origine a fenomeni di ruscellamento diffuso. Localmente possiamo avere delle falde detritiche e coni detritici di piccola entità, che oramai hanno raggiunto una stabile condizione evolutiva. Sui rilievi granitici vi sono degli affioramenti tipo tor costituiti da dei blocchi più o meno arrotondati, accostati e a volte in posizione instabile. Le sorgenti legate a questa formazione metamorfica sono per lo più a carattere stagionale e sono legate al sistema di fratturazione. Per quanto riguarda i depositi alluvionali sono quasi assenti nei tratti medio alti del profilo longitudinale dei corsi d'acqua mentre a valle possono presentarsi anche terrazzati. Netamente differente l'area che si estende a Sud dell'abitato caratterizzato dall'assenza di un fitto reticolo idrografico e quindi da un paesaggio notevolmente piatto.



Figura 2 – Carta Geomorfologica del comune di Tula (SS)

### 2.3 Analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Dall’attenta analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si osserva che, del sito oggetto d’intervento, geomorfologicamente l’area si presenta stabile. Come si può vedere dalle immagini successive si evince che solo una minima porzione di impianto ricade in fascia di pericolosità da Frana Hg2 – “pericolosità media” e rischio Rg1 – “rischio basso”. Queste interessano in minima parte l’area su cui insiste l’impianto: ciò nonostante, si è preferito escludere sulle stesse l’installazione dei pannelli in fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica.

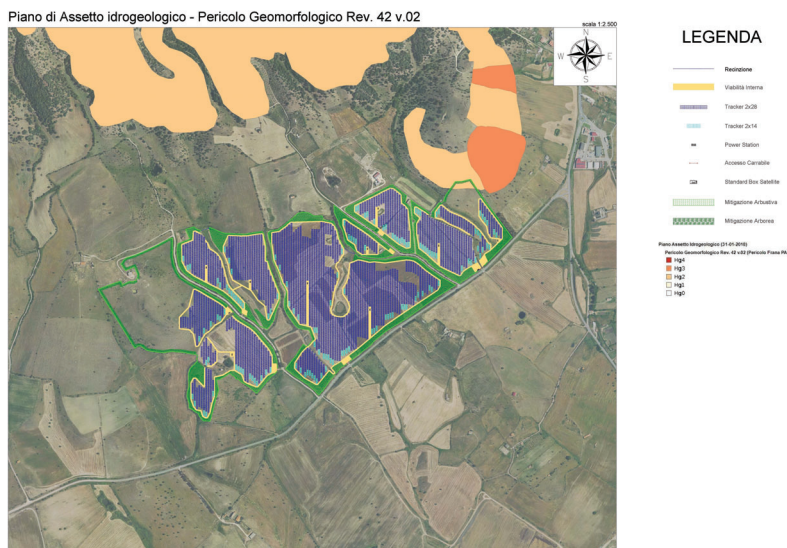


Figura 3 – Estratto della “Carta delle pericolosità da frana” allegata al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

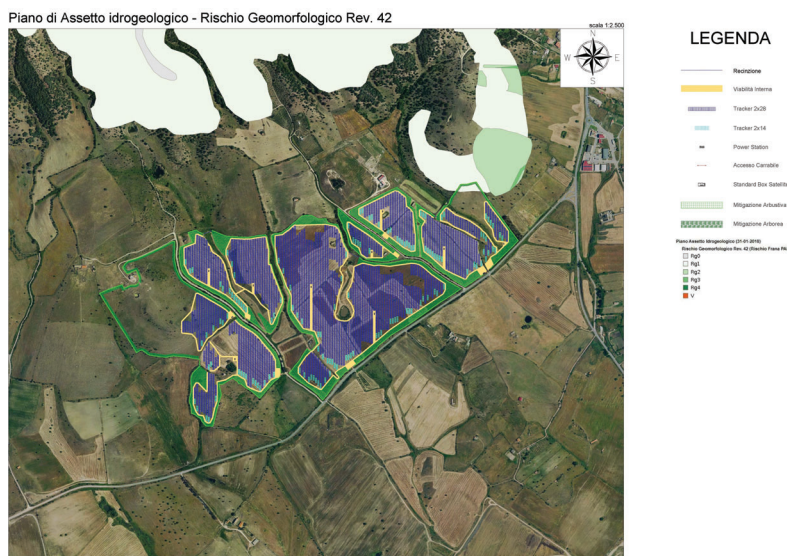


Figura 4 – Estratto della “Carta dei rischi da frana” allegata al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Considerando la natura del terreno dell’area impianto, onde evitare fenomeni di erosione superficiale ad opera delle acque di dilavamento meteoriche, si prevede, dove necessario, la realizzazione di opere di captazione ed allontanamento delle stesse tramite la realizzazione di canali in terra rinverdibili (fossi di guardia).

## 2.4 Considerazioni Litologiche

L'area urbana del comune di Tula è stata studiata, in base a quanto appena riportato, da un punto di vista geologico, geotecnico e geomorfologico, attraverso dei fronti di scavo aperti, di scarpate significative e di prove geotecniche in situ. Sulla base dei risultati ottenuti si è fornita come output la carta della zonizzazione geologico – tecnica ed instabilità dell'area urbana che contiene gli elementi geologico – tecnici unitamente a quelli geomorfologici. Per quanto riguarda le caratteristiche geolitologiche invece sono state individuate formazioni delle metamorfite costituiti da micacisti e paragneiss, le quali si presentano compatte e caratterizzate da una serie di fratture orizzontali e verticali che suddividono gli ammassi rocciosi in blocchi. Queste favoriscono anche dei fenomeni franosi, seppur di lieve entità, in corrispondenza delle scarpate. Queste tipologie di rocce sono caratterizzate da un'elevata resistenza a compressione e a taglio, dipendentemente ai processi superficiali di alterazione che tendono però a far diminuire questi valori. Come terreno risulta avere un'ottima portanza. Le indagini geotecniche effettuate riguardano le prove penetrometriche SPT.

## 2.5 Prove penetrometriche SPT

Per la determinazione del profilo stratigrafico del terreno e per la caratterizzazione dello stesso da un punto di vista meccanico, le prove in situ costituiscono un utile complemento alla sperimentazione in laboratorio su campioni di terreno indisturbati. Il grado di disturbo infatti, altera la caratterizzazione stessa, di cui se ne tiene conto in sede di restituzione dei risultati. Uno dei vantaggi che fornisce una prova in situ infatti è che essa non richiede il prelievo di campioni dal sottosuolo. Per questa ragione, esse sono l'unica fonte di informazione disponibile per caratterizzare il comportamento meccanico di terreni non coesivi, come terreni a grana grossa. Per essi il prelievo di campioni indisturbati e che conservino il loro grado di addensamento naturale non è possibile, a meno che non si ricorre a procedure di campionamento particolari. Le stesse prove in situ hanno una maggiore rapidità d'esecuzione. Le prove penetrometriche consistono, in generale, nella misura della resistenza che il terreno offre alla infissione di un opportuno utensile, detto appunto penetrometro. La resistenza alla penetrazione viene correlata con le caratteristiche meccaniche in termini di resistenza al taglio e rigidità, relativamente al terreno nelle condizioni iniziali in cui si presenta in situ in termini di densità relativa, coefficiente di spinta in quiete e grado di sovraconsolidazione. Le prove penetrometriche SPT sono di tipo dinamico, in quanto la punta viene infissa al terreno per battitura, facendo cadere ripetutamente un maglio da altezza costante. La resistenza alla penetrazione si esprime mediante la misura del numero di colpi  $N$  necessario per ottenere l'avanzamento prefissato. Per le caratteristiche del sottosuolo presente nel territorio di Tula, esse si dimostrano essere idonee in quanto sono opportune maggiormente nelle indagini di terreni non coesivi, cui si ricade. La prova SPT (Standard penetration test) viene eseguita all'interno di fori di sondaggio, a profondità prefissate. Essa fornisce quindi un profilo discontinuo della resistenza alla penetrazione con la profondità. La prova consiste nella misura del numero di colpi necessari per l'infissione di un campionatore Raymond a parete grossa, di diametro interno di 35 mm e della lunghezza di 457 mm, per una profondità di 30 cm. A tal fine, il campionatore è collegato ad una batteria di aste di 50 mm di diametro, dotate di anelli centrori per impedite lo svergolamento laterale. Per la battitura viene utilizzata una massa di 63,5 kg e viene lasciata cadere da un'altezza di 76 cm. Nel corso della prova vengono misurati i numeri di colpi  $N_1$ ,  $N_2$  ed  $N_3$ , necessari per tre infissioni di 15 cm ciascuno. Come indicatore della resistenza alla penetrazione si assume il numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto dalla somma di  $N_2$  ed  $N_3$ .



$$N_{spt} = N_2 + N_3$$

Dalle indagini geotecniche effettuate sul territorio di Tula, si rileva che è stato indagato il terreno fino alla profondità di 2 – 2,30 metri dal piano campagna. I terreni sono contraddistinti da un angolo di attrito interno oscillante tra i 35° e i 48° e peso specifico tra gli 1,9 e 2,2 t/mc. L’esame del modello interpretativo del sondaggio ha evidenziato che si tratta sostanzialmente di un terreno con grado di addensamento e compattazione crescente in funzione della profondità. Non è stata riscontrata la presenza di falde sotterranee che possano influenzare il comportamento geotecnico del terreno.

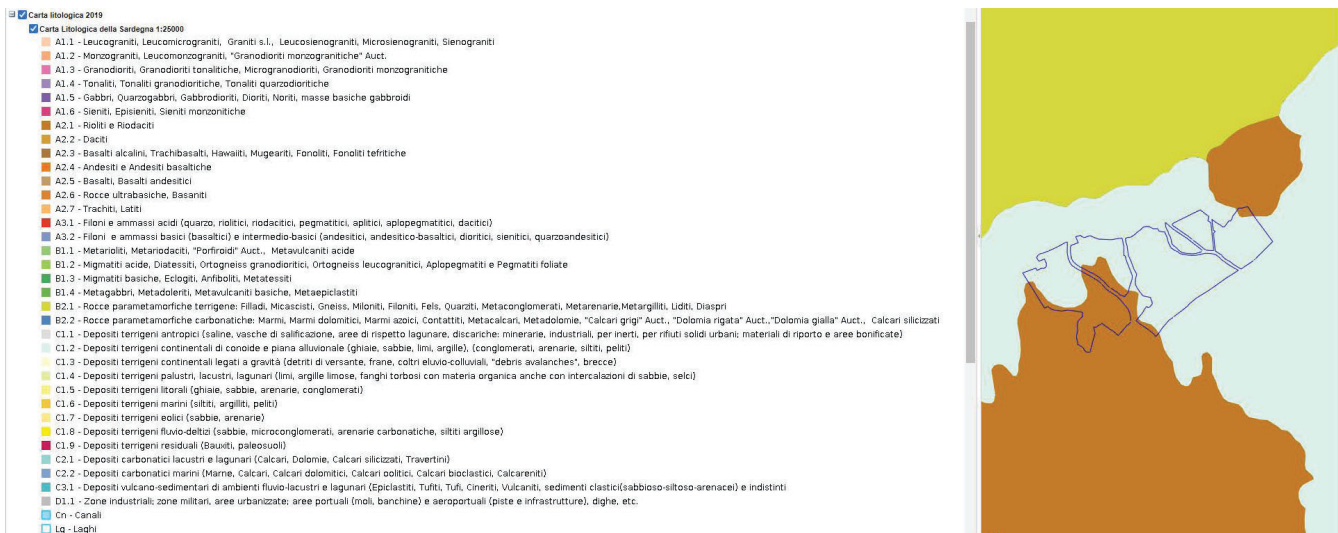


Figura 5 – Estratto fuori scala della “Carta Litologica della Sardegna”

## 2.6 Tettonica

Il principale elemento tettonico dell’area è rappresentato da una lunga faglia con direzione NE – SW che dall’abitato di Tula prosegue verso il Lago del Coghinas lambendo la sponda occidentale. Questo elemento tettonico separa i depositi vulcano – sedimentari che hanno colmato il bacino distensivo Chilivani – Berchidda dalle formazioni paleozoiche. Coincide con le direttrici fondamentali definite durante l’orogenesi ercinica che hanno interessato il basamento cristallino antico, dando luogo ad un sollevamento di tutta l’area. Nel terziario il basamento è stato interessato dai movimenti disgiuntivi dell’orogenesi alpina, accompagnata da un’importante attività vulcanica.

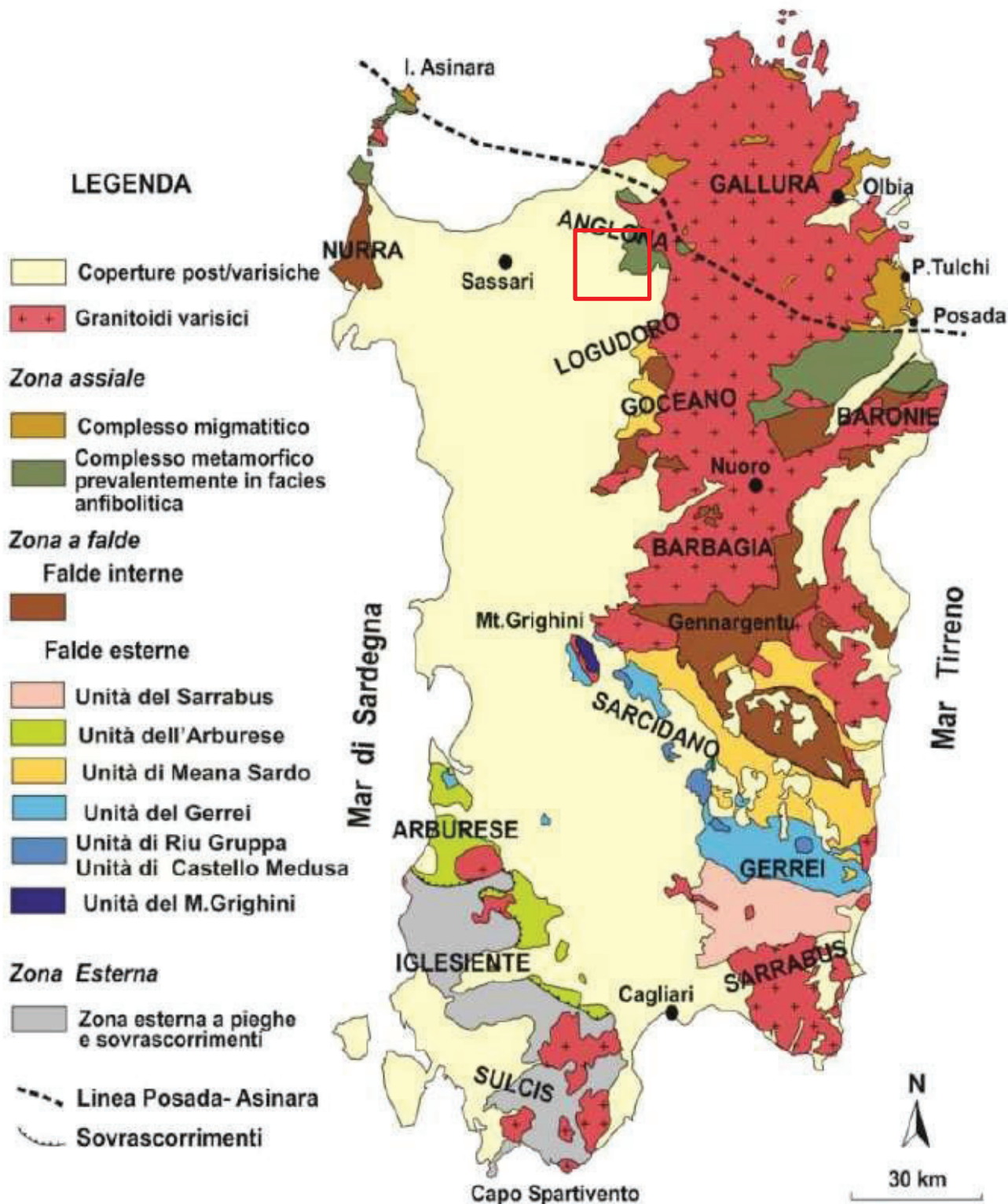


Figura 6 - Ubicazione dell'area di studio (riquadro rosso) nell'ambito delle principali unità tettono-metamorfiche del basamento paleozoico della Sardegna.

## 2.7 Considerazioni Idrogeologiche

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico è stata realizzata una carta, detta appunto carta del rischio idrogeologico. Per la realizzazione di questa carta sono stati sviluppati dei parametri di giudizio derivati da vari livelli d'indagine, dall'analisi cartografica e visione delle foto aeree al rilevamento di dettaglio. È stata ricavata dall'incrocio della carta geomorfologica con la carta delle acclività. Nella carta geomorfologica invece sono distinte le forme generali del rilievo e i principali processi morfodinamici in atto, con particolare riguardo a quelli connessi al deflusso delle acque superficiali. La carta delle acclività ha successivamente consentito un'individuazione delle aree maggiormente esposte ai processi di dissesto idrogeologico. Infatti l'acclività unitamente alla scarsa permeabilità del substrato ed alle attività antropiche come decespugliamenti, arature, incendi, favorisce il rapido deflusso superficiale delle acque meteoriche con conseguenti fenomeni di erosione diffusa ed incanalata e progressivo impoverimento dei suoli. Per la realizzazione della carta, con metodo geometrico, sono considerate 6 classi di pendenza con intervalli 0 – 12%, 12- 30%, 30 – 50%, 50 – 66%, 66 – 100%, >100%. Le zone a minore inclinazione e con pendenze dunque inferiori al 12 % si trovano a partire dall'abitato di Tula e procedendo verso Sud. In questa classe è compreso anche l'altopiano di Bolonga. Alla terza classe appartengono le aree di raccordo tra i versanti ed il fondovalle: trattasi infatti di zone collinari con substrato scistoso; esse sono maggiormente localizzate a sud di Cuccuru de Fenu, Sa Serra, Badde de Furrù; a nord di Monti Nieddu e ad est di Monti Calvia. Sono appartenenti rispettivamente alla quarta e alla quinta classe i versanti più acclivi, localizzati a sud di Monte Fundore, a sud di Monti Nieddu in località Sos Istattos, Sa Tanca Ezza, Sa Tanca Noa, Pedu Cuccu; il versante est di Bolonga in località Pedu cannas, Sa Cannella, Traia Niedda e Badde Puzzone. In base alle informazioni così ottenute si è provveduto alla definizione di 4 ambiti soggetti a rischio, ognuno dei quali contenente aree del territorio caratterizzate da una sostanziale omogeneità per quanto concerne l'incidenza dei fattori della pericolosità. La prima classe viene rappresentata nella carta di sotto con colore azzurro: essa comprende aree con una buona stabilità geomorfologica, dovuta principalmente a buoni fattori geologici – tecnici e ad una buona copertura vegetale che protegge il suolo da processi di dissesto. I versanti hanno pendenze comprese tra gli 8 e i 25°. La seconda classe viene rappresentata in colore verde, che comprende aree con discreta stabilità geomorfologica, soggette ad intensi processi di erosione legati al ruscellamento diffuso dovuto alla notevole acclività compresa tra i 25° ed i 35°, alla bassa permeabilità delle rocce e alla erodibilità delle rocce (localizzate a sud di monte Fundore, Sos Istattos, a sud dei meandri del fiume Coghinas) e alla degradazione per pascolamento nell'area compresa tra Bolonga e Sa Sia e Sos Istattos. La terza classe viene rappresentata in colore giallo e comprende aree soggette a possibili crolli delle cornici rocciose in versanti con pendenza maggiore dei 35°. La quarta classe invece, che viene rappresentata in colore rosa, comprende aree a moderata probabilità di inondazione, con tempo di ritorno maggiore dei 200 anni. Vi sono all'interno di questa classe aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni, come è il caso di Rio de Tula, o allagate in occasioni di eventi pluviometrici eccezionali con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone e funzionalità di edifici ed infrastrutture.

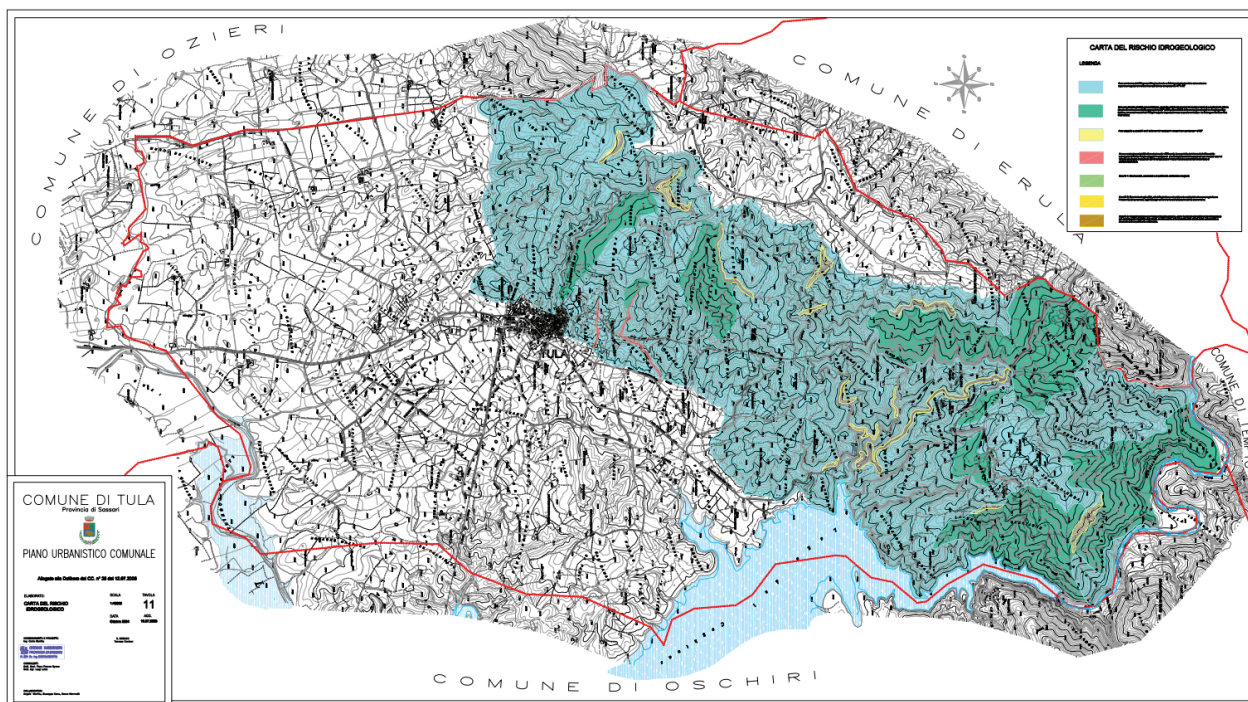


Figura 7 – Carta del rischio idrogeologico del comune di Tula (SS)

## 2.8 Programma delle Indagini

In base a quanto riportato, anche e soprattutto in funzione delle indagini in sito, si considera idoneo, da un punto di vista geotecnico, come piano di fondazione, il terreno compreso tra i 0,70 e 1,40 mt di profondità dal piano campagna. L'esame del modello interpretativo del sondaggio ha evidenziato che si tratta di terreni con grado di addensamento e compattazione crescente in funzione della profondità e, la presenza di ciottoli di varie dimensioni, ne è garanzia di permeabilità di queste porzioni. Non viene riscontrata nessuna circolazione idrica sotterranea tale per cui il comportamento geotecnico dei terreni possa essere influenzato. Sono state messe in evidenza anche aree a diverso grado di rischio di inondazione:

- R1: aree a rischio di inondazione moderato con possibili danni sociali economici e al patrimonio ambientale alquanto marginali;
- R2: aree a rischio d'inondazione medio con possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R3: aree a rischio d'inondazione elevato con possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio – economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Diversi studi sono stati eseguiti anche in base alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, che dettano criteri generali e prescrizione per la progettazione e l'esecuzione e relativo collaudo delle opere civili quali opere di fondazione e anche opere di sostegno delle terre.

Viene altresì normato l'uso e la tutela del territorio regionale, con annesse norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Vengono adottate infine, misure urgenti connesse con la prevenzione del rischio idrogeologico. Inoltre è stato esaminato il Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico inserendo nelle 2 carte di sintesi le aree interessate da fenomeni di dissesto idraulico. È stato delimitato l'intero alveo del Riu di Tula, soggetto ad esondazione per effetto di eventi pluviometrici eccezionali. Nell'abitato sono state delimitate tre aree a rischio inondazione R1, R2 ed R3; in quest'ultima area sono consentiti esclusivamente interventi idraulici volti alla messa in sicurezza delle aree a rischio, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, interventi di ristrutturazione edilizia a condizione che non comportino modifiche per cui l'assetto idrogeologico possa essere anche solo parzialmente compromesso, così come interventi di ampliamento degli edifici esistenti. L'ampliamento è consentito solo a condizione di adeguamento igienico – sanitario. Sono infine consentiti manufatti che non siano qualificabili come volumi edilizi purché siano compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area. A tal fine ogni progetto dovrà essere corredato da un adeguato studio di compatibilità idraulica. Si sottolinea come i pali di sostegno – elevazione dei moduli fotovoltaici di cui in oggetto al nostro intervento, hanno una profondità di infissione che interessa la porzione di terreno compatta. Dunque le strutture migliorano maggiormente il grado di addensamento del terreno per cui si ritengono compatibili con il terreno sottostante. Infine, le aree in cui si intende progettare non sono interessate da rischio idraulici.

### 3 CONCLUSIONI

Dai rilievi di superficie del sito e del suo intorno, dall'esame critico di quanto riportato dalla letteratura tecnica specializzata per i terreni riscontrati, è stato possibile pervenire ad una esaustiva valutazione delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche dei siti oggetto di intervento. Dallo studio effettuato, si individuano nei siti in esame le condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche compatibili con la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico in progetto. In funzione dei carichi indotti sul sedime di fondazione degli interventi da realizzare, considerato quanto esposto nel presente capitolo 1, si dovrà tenere conto della locale variabilità laterale e verticale delle caratteristiche geologiche del sito. In fase esecutiva dovranno essere esperite le indagini geognostiche indirette e dirette e le prove geotecniche in situ e in laboratorio per la definizione del modello geotecnico di dettaglio indispensabile per la corretta progettazione delle più idonee strutture fondali delle opere in progetto. Dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico si dovrà, con le indagini geognostiche, verificare l'entità della coltre detritica eluvio colluviale e della coltre di alterazione presente sulle formazioni geologiche, individuandone le caratteristiche idrogeologiche e procedere alla sua stabilizzazione ed alla stabilizzazione dei dissesti rilevati. Bisognerà inoltre stabilizzare il profilo di base dei corsi d'acqua che attraversano le aree in studio e migliorare la loro capacità di drenaggio, specie nelle zone con lievi pendenze, migliorando nel contempo il drenaggio delle acque nelle aree dove è presente ruscellamento diffuso.